

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství**

**Absolvování individuální praxe**  
**Individual professional practice in the company**

## Zadání bakalářské práce

Student: **David Šimoník**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 2612R041 Řídicí a informační systémy  
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**  
**Individual Professional Practice in the Company**

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Continental Automotive Czech Republic s.r.o.
2. 2. Struktura závěrečné zprávy:
  - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta.
  - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
  - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
  - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
  - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
  - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Židek, CSc.**

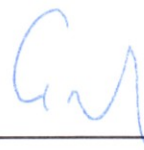
Konzultant bakalářské práce: Ing. Radim Hercík, Ph.D.

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015



doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby

Continental Automotive Czech Republic s.r.o.  
Na Rovince 879  
72000 Ostrava - Hrabová  
Czech Republic


„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9  
Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-  
TU Ostrava.“

Z tohoto souhlasu jsou vyjmuty veškeré části bakalářské práce, které obsahují popis produktů,  
technického řešení, software, hardware a dále pak veškerého know-how a informací, které  
mohou být takto klasifikovány společností Continental Automotive Czech Republic s.r.o.,  
které nejsou veřejně dostupnými informacemi.

S těmi částmi práce, musí být nakládáno jako s neveřejnou částí práce.

  
Continental Automotive Czech Republic s.r.o.  
Kopanská 1713 • 744 01 Frenštát p.R.  
IČ: 62024922 DIČ: CZ62024922

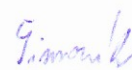
V Ostravě 30.4.2015

  
Continental Automotive Czech Republic s.r.o.

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 7. 5. 2015



.....  
podpis studenta

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval zaměstnancům firmy Continental Automotive Czech Republic, především Ing. Radimovi Hercikovi PhD, Ing. Michalovi Petřekovi a Ing. Ondřejovi Návratovi za cenné rady během odborné praxe, dále pak vedoucímu práce doc. Ing. Janu Žídkovi, CSc. a v neposlední řadě mé rodině a přátelům za podporu, kterou mi poskytovali během studia.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce popisuje průběh mé odborné praxe ve firmě Continental Automotive Czech Republic s.r.o, kde jsem pracoval od 6. listopadu do 17. dubna na zadaném projektu s názvem "Teplotní senzor na principu NTC s CAN výstupem". Tento projekt se skládá ze dvou hlavních částí. První je hardwarové zpracování senzoru a druhou částí je vytvoření softwaru pro mikrokontroler v jazyce C. Dále pak je uvedeno porovnání výsledků měření vytvořeného teplotního senzoru s referenčním teploměrem. Na závěr práce jsem popsal znalosti a vědomosti získané při studiu na VŠB-TU Ostrava, které jsem uplatnil při praxi a zkušenosti nově nabyté s celkovým hodnocením praxe.

## **Klíčová slova**

Mikrokontroler, NTC, CAN sběrnice, deska plošných spojů, jazyk C

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with course of practise in the company Continental Automotive Czech Republic. I worked there since 6<sup>th</sup> November to 17<sup>th</sup> April on project "Temperature sensor with NTC and CAN output". This project includes two main parts. The first one is hardware processing and the second one is creating a software for microcontroller in C language. Then I compared results of measure of temperature sensor with reference thermometer. In the end of thesis I described my knowledge I gain in studying at VSB-TU Ostrava which I used it in my practise and my new experience with overall evaluation practice.

## **Key words**

Microcontroller, NTC, CAN bus, printed circuit board, C language

## Seznam použitých symbolů a zkratek

ICD	In-Circuit Debugger
MCU	Microcontroller
DSC	Digital Signal Controller
CAN	Controller Area Network
USB	Universal serial bus
CAD	Computer aided design
CAM	Computer aided manufacturing
PIC	Peripheral Interface Controller
CLK	Clock signal
RX	Receive
TX	Transmission
ADC	Analog to Digital Converter
SMD	Surface Mount Device
RAM	Random Access Memory
SRAM	Static Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
EEPROM	Electrically Erasable Program ROM
I2C	Inter-Integrated Circuit
SPI	Serial Peripheral Interface
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
DPS	Deska plošných spojů
PCB	Printed Circuit board
PC	Personal Computer



## Obsah

1	Úvod .....	2
2	O firmě .....	3
3	Popis pracovního zařazení studenta .....	5
3.1	Seznam úkolů s vyjádřením jejich časové náročnosti .....	5
4	Zvolený postup řešení zadaných úkolů .....	7
4.1	Návrh měřicího řetězce a vyhodnocení dat .....	7
5	Návrh hardwaru senzoru .....	8
5.1	Měřicí část s NTC .....	8
5.2	Návrh CAN rozhraní .....	9
5.3	Návrh mikroprocesorového vyhodnocení a zpracování dat .....	10
5.4	Deska plošných spojů (DPS) .....	12
5.5	Mikrokontroler PIC 18F26K80 .....	14
5.6	CAN sběrnice .....	15
5.7	Eagle .....	17
6	Implementace softwaru .....	18
6.1	Implementace měřicího cyklu .....	18
6.2	Implementace zpracování dat a komunikace po CAN sběrnici .....	19
6.3	MPLAB X IDE .....	19
6.4	Programátor ICD3 .....	19
6.5	PEAK CAN .....	20
7	Verifikace měření senzoru ve srovnání s referenčním měřidlem teploty .....	22
8	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení .....	23
8.1	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe .....	23
8.2	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe .....	23
8.3	Zhodnocení .....	23
9	Literatura .....	24

# 1 Úvod

Původní zadání mé bakalářské práce bylo teoretické vypracování tématu „Teplotní senzor na principu NTC s CAN výstupem“. Avšak na první konzultaci ve firmě Continental Automotiv Czech Republic s.r.o. mi bylo nabídnuto vypracovat toto téma formou individuální odborné praxe. Jeden z důvodů, přijmout tuto nabídku, byl fakt, že je obtížné sehnat pracovní místo bez praxe v oboru. Dalším důvodem bylo si otestovat své znalosti a dovednosti na projektu a pracovat na něm od začátku až do konce. A v neposlední řadě vidět, jak pracuje vývojové oddělení automotiv mezinárodní společnosti. Během padesáti dnů jsem obdržel mnoho zkušeností a dovedností, které bych pouhým studiem ve škole nezískal.

Tato bakalářská práce je rozdělena do osmi kapitol. Ve druhé kapitole popisují zaměření firmy Continental Automotive Czech Republic s.r.o, ve které jsem vykonával individuální odbornou praxi. Třetí kapitola obsahuje informace o pracovním zařazení ve firmě a seznam úkolů.

Ve čtvrté kapitole je popsán zvolený postup řešení teplotního senzoru. Pátá kapitola se věnuje hardwarovému zpracování vytvářeného teplotního senzoru. Je zde popis návrhu a výroby desky plošných spojů a teoretický rozbor problematik. V šesté kapitole jsem popsal vytvořený software, který jsem napsal v jazyce C ve vývojovém prostředí MPLAB X. V sedmé kapitole jsou výsledky verifikace vytvořeného senzoru s referenčním teploměrem.

V závěru bakalářské práce je popsáno celkové zhodnocení praxe.

## 2 O firmě

Společnost Continental byla jako akciová společnost založena v roce 1871 pod názvem „Continental-Caoutchouc-und Gutta-Percha Compagnie“. V mateřském závodě v Hannoveru se kromě jiného vyrábělo zboží z měkké pryže, pogumované tkaniny a masivní pneumatiky pro kočáry a jízdní kola.

V roce 1898 přicházejí první úspěchy ve vývoji a výrobě. Začíná výroba bezprofilových „nafukovacích pneumatik pro automobily“. Na přelomu století se k utěsnění plynových buněk první německé vzducholodi používala balonová látka Continental. V roce 1904 společnost jako první firma na světě vyvinula „profilové pneumatiky pro automobily“, v roce 1905 začala výroba „pneumatik s nýty na ochranu proti prokluzování“, které se podobají pozdějším pneumatikám s protiskluzovými hroty, a o tři roky později vynalezla odnímatelné ráfky pro cestovní osobní automobily.

V roce 1909 Francouz Louis Blériot jako první na světě přelétává kanál La Manche v letadle, které je potažené látkou pro letadla Continental. Na konci 20. let dvacátého století proběhla fúze s významnými provozy kaučukového průmyslu a vzniká „Continental Gummi-Werke AG“.

V roce 1951 začala výroba přepravních pásů Stahlcord. V roce 1955 jako první společnost vyvinula vakové vzduchové pružiny na odpružení autobusů a nákladních automobilů. V roce 1960 začala sériová produkce radiálních pneumatik. Asi o 30 let později přišla firma Continental na trh s prvními pneumatikami pro osobní automobily šetrnými k životnímu prostředí.

V roce 1995 byl vytvořen úsek Automotive Systems k zintenzivnění systémových obchodů s automobilovým průmyslem. Klíčovou technologií jako předpoklad výroby hybridních pohonných systémů prezentuje již od roku 1997. V roce 2013 následovalo zavedení nového výstupu značky Continental na výroční valné hromadě akcionářů.

Dnes jsme firma Continental celosvětově mezi prvními pěti dodavateli automobilového průmyslu. Jako prodejce brzdových soustav, systémů a komponent pohonů a pojezdů, přístrojového vybavení, infotainment řešení, elektroniky vozidel, pneumatik a technických elastomerových výrobků přispívá společnost Continental k větší bezpečnosti při jízdě a ke globální ochraně životního prostředí. Tato firma je navíc kompetentním partnerem v propojené, automobilové komunikaci.

Se zhruba 178 000 zaměstnanci (stav k 31. 12. 2013) ve 49 zemích se koncern Continental dělí na Automotive a Rubber Group, resp. do pěti divizí:

Chassis & Safety zahrnuje klíčovou kompetenci síťově propojené jízdní bezpečnosti, brzd, jízdního asistenta, pasivní bezpečnosti a podvozku.

Powertrain představuje inovativní a efektivní systémová řešení v rámci celého hnacího ústrojí.

Interior spojuje veškeré aktivity, které se týkají zobrazování a správy informací ve vozidle.

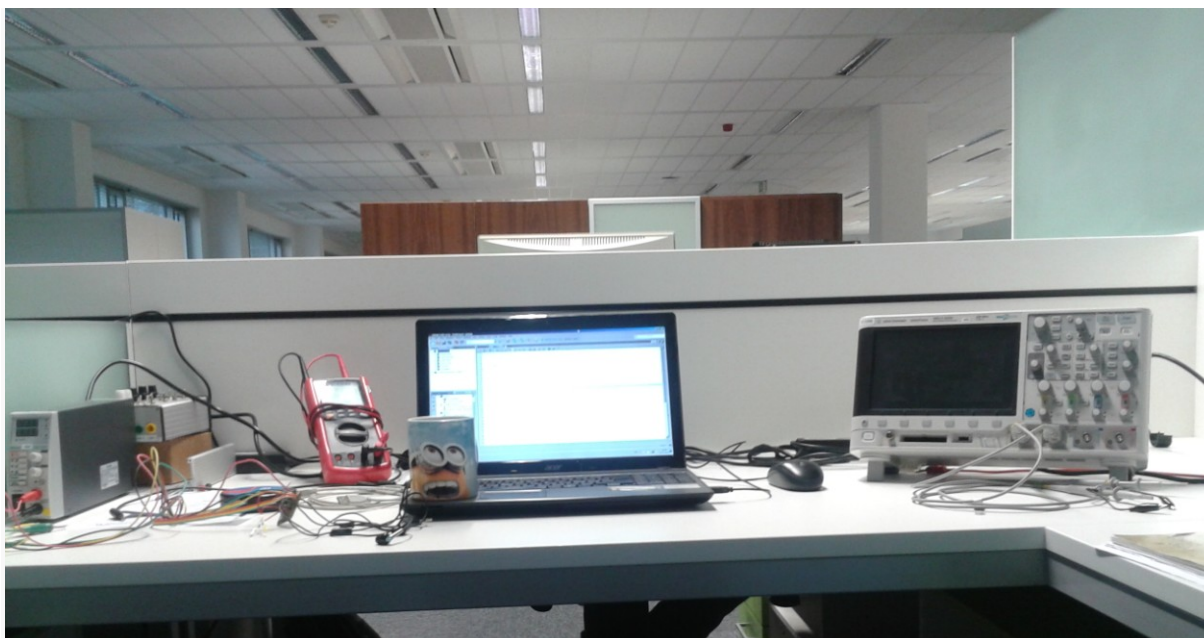
Reifen nabízí vhodné pneumatiky pro každé použití, od osobních automobilů přes nákladní automobily, autobusy a stavební vozidla až po průmyslová a dvoukolová vozidla. Pneumatiky Continental ručí za vynikající přenos hnací síly, maximální udržení stopy za všech povětrnostních podmínek a vysokou hospodárnost.

ContiTech vyvíjí a vyrábí funkční díly, komponenty a systémy pro výrobu automobilů a další klíčová průmyslová odvětví. [6]

### 3 Popis pracovního zařazení studenta

Odbornou praxi jsem vykonával ve společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Ostravě- Hrabové na pozici embedded hardware and software developer.

Bylo mi přiděleno pracoviště, které bylo vybaveno notebookem, osciloskopem, multimetrem, laboratorním zdrojem a programátorem mikrokontrolerů. Kolem mne pak seděli vstřícní kolegové, zabývající se vývojem hardwaru senzorů z oblasti automotive a jejich softwaru. Kromě mého pracoviště jsem využil také odborné pomoci laboratoře pro výrobu desek plošných spojů, která byla vybavena moderní technikou.



*Obr. 1 - Pracoviště*

#### 3.1 Seznam úkolů s vyjádřením jejich časové náročnosti

Jelikož jsem na odborné praxi měl zadáný pouze jeden úkol, rozdělil jsem si jej na menší body. Pro vyřešení tohoto komplexního úkolu jsem musel nastudovat a prakticky ovládnout různé problematiky z oblasti hardwaru a softwaru. Časový nástin těchto podúkolů je v Tab. 1. Číslo ve druhém sloupci udává, kolik pracovních dnů (tj. 8 hodin) jsem se danému bodu věnoval.

<b>Seznam úkolů</b>	<b>Počet dní</b>
Seznámení s pracovištěm, školení bezpečnosti a vnitřní	1
<b>Software</b>	
Nastudování problematiky	5
Programování v C	11
Testovací deska	5
MPLAB X	1
CAN	2
ADC	2
<b>Hardware</b>	
Eagle Schematic	2
Eagle Board v1	2
Výroba DPS v1	1
Osazení DPS v1	1
Oživení	2
Eagle Schematic	2
Eagle Board v2	2
Výroba DPS v2	1
Osazení DPS v2	1
Oživení	3
Testování	6

*Tab. 1 - Časový rozpis úkolů*

## 4 Zvolený postup řešení zadaných úkolů

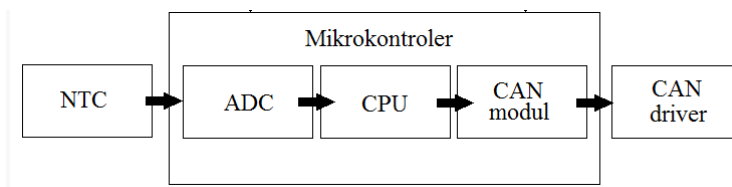
Zadaným úkolem bylo navrhnout a realizovat teplotní senzor na principu NTC, posílající informaci o naměřené teplotě prostřednictvím CAN sběrnice. Postup řešení jsem řešil následovně. Projekt jsem si rozdělil na dva hlavní body. V prvním bodu jsem řešil hardwarovou část senzoru. Nastudoval jsem problematiku mikrokontrolerů, měření pomocí NTC, komunikace po CAN sběrnici a návrhu a výroby desek plošných spojů. Ve druhém bodě jsem se zabýval psaním softwaru v jazyce C. Pro komunikaci po CAN sběrnici mi byl poskytnut interní driver.

Na těchto dvou bodech jsem pracoval paralelně. Na počátku jsem dostal pro inspiraci a hlavně pro zkušební programování testovací kus senzoru jiné veličiny vyvíjený firmou, který obsahoval stejný mikrokontroler, který jsem měl použít i v mé konstrukci. Jednalo se o mikrokontroler (dále jen mcu) od společnosti Microchip z rodiny PIC18. Více o tomto mcu v kapitole 5.5. Po zprovoznění napájení a programování jsem mohl na tomto kuse prakticky testovat funkčnost jednotlivých bloků mikrokontroleru, jako je např. A/D převodník, CAN modul atd.

### 4.1 Návrh měřicího řetězce a vyhodnocení dat

Ze samotného zadání plyne, jak bude zřejmě vypadat měřicí řetězec. Ten se skládá ze čtyř základních bloků. První blok je napěťový dělič tvořený NTC a rezistorem. Napájení je vyřešeno pomocí napěťové reference, která přivádí konstantní napětí 5V.

Blok 2 je analogově digitální převodník signálu na digitální data. Třetí blok je centrální výpočetní jednotka, která vykonává cyklicky svůj program uložený ve své paměti. Čtvrtým blokem je modul zpracovávající data pro CAN driver. Čtvrtým a posledním blokem je CAN rozhraní, upravující napěťový signál do standardu pro vysílání po CAN sběrnici. Více o CAN sběrnici v kapitole 5.6. Druhý, třetí a čtvrtý blok je integrován v mikrokontroleru jak je patrné z obr. 2.



Obr. 2 - Blokové schéma měřicího řetězce

## **5 Návrh hardwaru senzoru**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o., a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství.



## **6 Implementace softwaru**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o., a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

## **7 Verifikace měření senzoru ve srovnání s referenčním měřidlem teploty**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o., a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství.

## **8 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení**

### **8.1 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe**

Pro úspěšné dokončení teplotního senzoru jsem využil znalosti z mnohých předmětů, které jsem absolvoval při studiu na VŠB – TU Ostrava. V první řadě to byly předměty číslicová a mikroprocesorová technika, základy programování řídicích systémů a senzory a měření. Zde jsem uplatnil nastudovanou problematiku týkající se mikrokontrolerů, jejich programování v jazyce C a použití pro snímání teploty. Poté díky znalosti předmětu elektronika jsem navrhnul měřicí obvod. Pro výrobu desky plošných spojů jsem využil znalosti z předmětu základy elektromechaniky pro řízení. Pro pochopení veškeré dokumentace a knih napsané v technické angličtině jsem uplatnil znalosti z předmětu anglický jazyk.

### **8.2 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe**

Během odborné praxe mi scházeli především širší znalosti programovacího jazyka C a anglického jazyka. Protože vím, že tyto znalosti budu potřebovat do budoucna, začal jsem usilovně pracovat na jejich rozšíření.

### **8.3 Zhodnocení**

Během průběhu odborné praxe ve firmě Continental Automotive Czech Republic jsem navrhl teplotní senzor na principu NTC s CAN výstupem. Vyrobil desku plošného spoje a následně jsem ji osadil SMD součástkami. Pro funkčnost senzoru jsem napsal řídicí program v jazyce C, který jsem po oživení desky pomocí programátoru nahrál do senzoru a otestoval jeho funkčnost. Naměřené hodnoty jsem uvedl do tabulky. Na závěr bych rád zhodnotil odbornou praxi. Musím konstatovat, že zvolení si odborné praxe místo teoretického vypracování tématu teplotního senzoru bylo správným krokem. Za padesát dní jsem ve firmě nasbíral mnoho cenných rad a zkušeností v příjemném kolektivu lidí. Díky jejich vstřícnosti a vzdělanosti jsem nemusel nikdy jít pro radu daleko.

David Šimoník

## 9 Literatura

[1] KING, K. *C programming: a modern approach*. 2nd ed. New York: W.W. Norton & Company, c2008, xxviii, 832 p. ISBN 0393979504.

[2] MATOUŠEK, David. *C pro mikrokontroléry PIC: práce s PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2011, 367 s.  $\mu$ C & praxe. ISBN 978-80-7300-413-2.

[3] IBRAHIM, Dogan. *Advanced PIC microcontroller projects in C: from USB to RTOS with the PIC18F series*. Amsterdam: Newnes, 2008. ISBN 9780750689823.

[4] RAJBHARTI, Nilesh. *PIC18C CAN Routines in 'C'*. [online]. ©2001 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00738b.pdf>

[5] *PIC18F66K80 Family Data Sheet* [online]. © 2011 [cit. 2015-05-03]. ISBN 978-1-60932-851-1. Dostupné z: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39977c.pdf>

[6] Koncern Continental. In: *Continental AG* [online]. © 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: [https://www.continental.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/themes/basic\\_information/about\\_continental/hidden/facts\\_cs.html](https://www.continental.com/www/pressportal_cz_cz/themes/basic_information/about_continental/hidden/facts_cs.html)

[7] A Premier Farnell Company. *A Premier Farnell Company* [online]. ©2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://cz.farnell.com/eagle>

[8] DRESLER, Tomáš. TL431 - mnohem více než Zenerova dioda. In: *Hw.cz* [online]. ©1999 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/soucastky/tl431-mnohem-vice-nez-zenerova-dioda.html>

[9] MPLAB® X Integrated Development Environment (IDE). In: *Microchip Technology Inc* [online]. ©1998-2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/family/mplabx/>

[10] MPLAB ICD 3 In-Circuit Debugger. In: *Microchip Technology Inc* [online]. ©1998-2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails.aspx?PartNO=DV164035>

[11] PCAN-USB: CAN Interface for USB. In: *PEAK-System Technik GmbH* [online]. ©2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z:<http://www.peak-system.com/PCAN-USB.199.0.html?&L=1>

[12] POLÁK, Karel. *Sběrnice CAN* [online]. ©2003[cit. 2015-05-03]. Dostupné z:<http://www.elektrorevue.cz/clanky/03021/index.html>

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Pracoviště .....	5
Obr. 2 - Blokové schéma měřicího řetězce .....	7
Obr. 3 - Blok s NTC .....	9
Obr. 4 - CAN rozhraní .....	10
Obr. 5 - Zapojení mikrokontroleru .....	10
Obr. 6 - Napájecí blok .....	11
Obr. 7 - Vidlice TagConnect .....	11
Obr. 8 - Schéma programovacího a hlavního konektoru .....	12
Obr. 9 - Návrh v Eagle 3D .....	12
Obr. 10 - Návrh DPS .....	13
Obr. 11 - Teplotní senzor .....	13
Obr. 12 - Datová zpráva podle specifikace CAN 2.0A .....	16
Obr. 13 - Vývojový diagram .....	18
Obr. 14 - Programátor ICD3 .....	20
Obr. 15 - Zapojení PEAK CAN .....	20
Obr. 16 - PCAN-View .....	21
Obr. 17 - Graf závislosti odporu na teplotě .....	22

## Seznam tabulek

Tab. 1 - Časový rozpis úkolů .....	6
Tab. 2 - Seznam součástek .....	14
Tab. 3 - Výsledky měření .....	22